

Кафедра харчової  
біотехнології та хімії

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання лабораторної роботи на тему:**  
**«Визначення органічних кислот у харчових продуктах »**  
**з курсу**  
**«Біологічно активні сполуки в харчових продуктах»**  
*для студентів денної форми навчання*  
Напряму підготовки: 6.051702 "Технологічна експертиза та безпека  
харчової продукції"

**Тернопіль 2017 рік**

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи на тему: «Визначення органічних кислот у харчових продуктах» з курсу «Біологічно активні сполуки в харчових продуктах» для студентів денної форми навчання напряму підготовки \_6.051702 "Технологічна експертиза та безпека харчової продукції"- Тернопіль: ТНТУ, 2017 - 12с.

Укладачі: ст. викл. Джур Я.Б.

Рецензент: д.б.н., проф. Покотило О.С.

Відповідальний за випуск ст. викладач Джур Я.Б.

Методичні вказівки розглянуті і затверджені на засіданні кафедри харчової біотехнології та хімії

Протокол № 7 від 18.05.2017р.

Схвалені засіданням методичної ради факультету машинобудування і харчових технологій ТНТУ ім. І.Пулюя.

Протокол № 8 від 25.05.2017р.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

**Тема: Визначення органічних кислот у харчових продуктах**

**Мета: Якісне та кількісне визначення органічних кислот у харчових продуктах.**

#### **Теоретична частина**

До складу більшості харчових продуктів входить цілий комплекс хімічних компонентів, серед яких, крім поживних, містяться різноманітні смакові речовини – харчові кислоти, естери, кетони, барвники, дубильні речовини, ароматичні сполуки та інші. Харчові кислоти це різноманітна за своїми властивостями група речовин органічної і неорганічної природи. Основні джерела харчових кислот – рослинна сировина і продукти її переробки. Органічні харчові кислоти містяться в більшості рослин – ягодах, фруктах, овочах, в тому числі в коренеплодах, листяній зелені. Разом з вуглеводами і ароматичними сполуками вони формують смак і аромат плодів а, отже, і продуктів їх переробки. Органічні кислоти в продуктах харчування існують у вільному стані, у вигляді солей та інших сполук, як природні або додані в процесі виготовлення і переробки.

Свіжі плоди і овочі завжди мають кислу реакцію ( $\text{pH} < 7$ ). Загальна кислотність більшості плодів та овочів не перевищує 1%, але в деяких сортах абрикос, вишень, кизилу, аличі доходить до 2,5%, а в чорної смородини – до 3,5%. В залежності від величини  $\text{pH}$  їх ділять на кислотні ( $\text{pH}$  2,5 – 4,2) та некислотні ( $\text{pH}$  4,3 – 6,5). Кисле середовище благодатне для плісняви та дріжджів, але багато термостійких бактерій в ній не розвиваються. При нагріванні пліснява та дріжджі порівняно легко гинуть, тому консерви із кислотних плодів та овочів стерилізують та пастеризують при температурі 80-100°C; для консервів із некислотної сировини, в яких добре розвиваються бактерії використовують вищу температуру стерилізації 112-130°C.

Кислотними є насінєві плоди (крім деяких сортів груш), кісточкові плоди, ягоди, цитрусові плоди, а з овочів – щавель, ревінь. Більшість видів овочів є

некислотними (бобові культури, кукурудза, шпинат, капуста, коренеплоди, баклажани, перець, гарбузові овочі, спаржа). Помідори та груші знаходяться на межі між кислотними та некислотними.

В більшості рослинних об'єктів знайдені нелеткі моно- і трикарбонові кислоти, насичені і ненасичені, в тому числі гідрокси- та оксокислоти. До групи органічних харчових кислот відносяться також амінокислоти, які входять до складу білків, і вищі карбонові кислоти, які є структурними компонентами ліпідів. Властивості і значення цих груп кислот розглядаються в органічній хімії та біохімії. В продуктах переробки плодів можуть бути виділені леткі кислоти – мурашина і оцтова. Кислотність молока і молочних продуктів формується як за рахунок молочної кислоти, яка утворюється в результаті біохімічних перетворень лактози молока, так і за рахунок інших кислот та кислих солей, що містяться в молоці, а також кислотних груп казеїну.

Склад і особливості будови харчових кислот різні і залежать від специфіки харчового об'єкта, а також від природи кислотоутворення. В плодах та овочах найбільш поширена яблучна, лимонна і винна кислоти. В невеликій кількості зустрічаються щавелева, бурштинова, бензойна, саліцилова та деякі інші.

Концентрації окремих органічних кислот в різних плодах і ягодах неоднакові. Цитрусові плоди містять переважно *лимонну кислоту* і невелику кількість *яблучної*. Вміст останньої в апельсинах становить 10-25%, в мандаринах – до 20%, в грейпфрутах і лимонах – до 5% за відношенням до загальної кислотності. На відміну від плодів, в шкірці апельсинів міститься значна (приблизно 0,1%) кількість *щавлевої кислоти*. Лимонна кислота є основною також в кислотному спектрі ананасів, де її вміст – 85%. Частка яблучної кислоти в цих плодах становить близько 1%. Домінуючою кислотою у складі кісточкових плодів є *яблучна*, вміст якої в їх кислотному спектрі складає від 50 до 90%

В кислих сортах яблук *яблучна кислота* становить більше 90% від загальної кислотності, в черешні та вишні її концентрація досягає 85-90%, в

сливах (в залежності від сорту) – від 35 до 90%. В числі інших кислот в цих плодах – *лимонна і хінна*. Понад 90% кислотності припадає на яблучну, лимонну і хінну кислоти в таких плодах як персики і абрикоси, причому співвідношення яблучної і лимонної кислот може коливатись в широкому діапазоні, що в деяких випадках пов'язують зі зміною вмісту цих кислот в плодах в процесі дозрівання. Встановлено, наприклад, що при дозріванні персиків кількість яблучної кислоти в них значно збільшується, а лимонної – зменшується.

На відміну від інших плодів, у винограді основною є *винна кислота*, яка становить 50-60% від загальної кислотності. Залишок припадає на яблучну (25-30%) та лимонну (до 10%) кислоти. В процесі дозрівання винограду вміст яблучної кислоти зменшується інтенсивніше, ніж винної.

В більшості видів ягід, за винятком винограду, агрусу, чорниці та ожини, переважає *лимонна кислота*. Так, в полуниці її частка становить 70 - 90%, в смородині – 85-90%. Вміст *яблучної кислоти* в цих ягодах – 10-15%. В ожині 65-85% становить *ізолимонна кислота*, а у складі агрусу – 45% *яблучної і лимонної і 5-10% шикимової кислот*

Деяка кількість кислот в плодах і ягодах може знаходитись у вигляді солей. Їх вміст, наприклад, в лимонах, становить до 3%, а в окремих видах груш – 20-30%. Поряд з уже відомими, в овочах знайдені *янтарна, фумарова, піроглутамінова* і деякі інші кислоти різної будови. Відмінною особливістю томатів є наявність в них неорганічних кислот – *ортофосфатної, сульфатної та хлоридної*.

У молоці і молочних продуктах основною органічною кислотою є *молочна кислота*, утворення якої пов'язане з біохімічним перетворенням молочного цукру – лактози під дією молочнокислих бактерій, яке описується наступним рівнянням реакції: За участю в цьому процесі гомоферментативних молочнокислих бактерій молочна кислота є практично єдиним продуктом реакції. У випадку гетероферментативних ароматоутворюючих молочнокислих бактерій, поряд з молочною з'являється оцтова і проніонова кислоти, а також інші продукти бродіння – етанол, етилоцтовий ефір.

Кислоти сприяють інверсії цукру, необхідні, в певній мірі, для доброго желювання. Вони надають консервам певні смакові якості та відіграють важливу роль в обміні речовин. В організмі людини розчиняють деякі небажані відкладення, наприклад, солі сечової кислоти, які потім легко виводяться з організму. Виключення становить щавелева кислота, яка утворює в організмі нерозчинні солі (щавлевокислий кальцій).

Яблучна кислота та її солі, лимонна, винна і щавелева кислоти, калієва та натрієва солі лимонної кислоти розчиняються у воді. Середня кальцієва сіль лимонної кислоти важкорозчинна у холодній воді та добре розчинна у гарячій воді. Розчинність кислого виннокислого калію у воді незначна. Калієві та натрієві солі щавелевої кислоти розчиняються у воді, а щавлевокислий кальцій є нерозчинним у воді.

Різні кислоти мають неоднаковий смак. Лимонна та адипінова кислоти мають чисто кислий, приємний без присмаку, нев'язучий смак. Винна кислота має кислий, в'язучий смак. Молочна кислота має чисто кислий, нев'язучий, але на смак цієї кислоти має вплив присутність домішок, а особливо вміст ангідридів. Яблучна кислота має смак кислий, м'який з дуже слабким стороннім присмаком. Оцтова кислота має різко кислий смак. Бурштинова кислота відзначається неприємним смаком, внаслідок чого вона не використовується у виробництві харчових продуктів.

Всі технологічні процеси харчових виробництв проводяться за певної реакції середовища. Для її кількісної характеристики використовують поняття загальної та активної кислотності.

У харчових продуктах визначенню кислотності надається велике значення через те, що кислотність зумовлює не тільки смакові властивості досліджуваного продукту, але і є показником його свіжості і доброякісності. Кислотність залежить від природи сировини, з якої готується той чи інший продукт, від рецептури і технологічного режиму виготовлення, а також способів і строків зберігання. Кислотність продукту в процесі його зберігання може збільшуватися або зменшуватися, що часто впливає на його якість.

*Загальна кислотність* називається ще *титрованою*. Титрованою кислотністю називають кількість вільних органічних кислот і їхніх солей, що вміщуються в досліджуваному продукті. Титрована кислотність дорівнює концентрації кислоти у відсотках до маси продукту або моль/л. Для визначення загальної кислотності передбачено два способи титрування – візуальний і потенціометричний (для забарвленої сировини). Титровану кислотність у деяких харчових продуктах виражають по відношенню до кислоти, яка переважає. Наприклад, у винограді і виноградних винах переважаючою є винна кислота, а в плодово – ягідних винах – яблучна, в ягодах та цитрусових - лимонна. У маринадах титровану кислотність визначають у перерахунку на оцтову кислоту, а у квашеній капусті – на молочну. У таких випадках кислотність виражають у відсотках до переважаючої кислоти.

*Активна кислотність* характеризує концентрацію вільних іонів водню і виражається як від'ємний логарифм іонів  $H^+$ . Позначається показник активної кислотності символом рН. Активна кислотність харчових продуктів є важливою їх характеристикою, тому що впливає на склад і життєдіяльність мікрофлори.

Розглянемо визначення активної кислотності цього показника на прикладі консервованої продукції. Контроль продукції консервних заводів, а також плодової, ягідної й овочевої сировини проводять потенціометричним методом. Метод визначення рН єдиний для продуктів переробки плодів і овочів, консервів м'ясних і м'ясо-рослинних. Він заснований на вимірі різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняння), зануреними в досліджувану пробу.

Найчастіше використовують рН-метри зі скляним і хлорсрібним електродами. До кожного приладу додається інструкція з його експлуатації; збереження електродів повинне проводитися відповідно до цих документів.

Наближені значення рН розчинів можуть бути визначені за допомогою індикаторних папірців. В аналітичній практиці використовується лакмусовий папір, що має в первісному виді рожеве фарбування. Його застосовують у тих випадках, коли виникає необхідність установити зміну реакції середовища від

кислої до лужної. При цьому фарбування паперу з рожевої перетворюється в синю.

Великі можливості установлення величини рН відкриваються при використанні універсального індикаторного папера. Смужки універсального індикаторного папера змінюють своє фарбування при різних значеннях рН від 1 до 14. Для установлення величини рН розчинів по фарбуванню папірця служить шкала, прикладена до фасованого індикаторного паперу: кожному значенню рН відповідає визначений колір еталона. Використання індикаторного паперу дозволяє лише приблизно, з точністю до одиниці, установити значення рН. За правилами використання індикаторного паперу його не слід опускати в посудину з досліджуванним розчином, а крапля останнього повинна бути нанесена за допомогою скляної палички на смужку індикатора.

### **Експериментальна частина**

#### ***Дослід №1. Визначення загальної кислотності в харчових продуктах.***

##### ***Прилади:***

- Ваги технічні;
- колби мірні, місткістю 250 см<sup>3</sup> – 8;
- колби конічні місткістю 100, 250 см<sup>3</sup> – 8;
- склянки хімічні місткістю 100 см<sup>3</sup> – 4;
- піпетки градуйовані об'ємом 10 см<sup>3</sup> – 8;
- піпетки градуйовані об'ємом 20 см<sup>3</sup> – 8;
- бюретки на 50 см<sup>3</sup> – 4;
- лійки, скляні палички – 8;
- фільтрувальний папір; марля; подрібнювач рослинної сировини

##### ***Реактиви:***

- 0,1 н NaOH;
- Фенолфталеїн або тимолфталеїн;
- плодово-ягідна сировина трьох видів:(яблука, апельсини, груші, виноград, сливи тощо) – по 500 г.



- Соки трьох видів (яблучний, апельсиновий, виноградний, сливовий тощо)

### ***Хід роботи***

Для дослідження зважують 25г подрібненого продукту на технічних вагах з точністю до 0,01г. Наважку переносять з хімічної склянки через лійку у мірну колбу місткістю 250см<sup>3</sup> і доливають гарячою дистильованою водою до половини колби. Залишають на 30 хвилин, періодично помішуючи. Потім колбу охолоджують до кімнатної температури і доливають дистильованою водою до мітки. Далі вміст колби перемішують і фільтрують через паперовий фільтр або вату.

Для візуального титрування відбирають такий об'єм фільтрату, щоб на титрування пішло не менше 6 см<sup>3</sup> титранту (як правило, 10–25 см<sup>3</sup> 0,1Н розчину NaOH). Для цього піпеткою відбирають 10см<sup>3</sup> досліджуваної рідини, добавляють дві - три краплі розчину фенолфталеїну (якщо розчин світлий) або тимофталеїну (якщо розчин темного кольору) і титрують 0,1Н розчином лугу до отримання рожевого забарвлення з фенолфталеїном або синього забарвлення у випадку використання тимолфталеїну. Забарвлення не повинно зникати впродовж 30 с. Занотують об'єм лугу, який пішов на титрування.

При визначенні титрованої кислотності рідких продуктів (соку, маринаду і т.п.) відбирають 25см<sup>3</sup> рідини в мірну колбу 250см<sup>3</sup> і доливають дистильованою водою до мітки. Ретельно перемішують вміст колби і відбирають 10см<sup>3</sup> в конічну колбу для титрування.

У разі *потенціометричного титрування* фільтрат необхідно титрувати тим самим розчином лугу (безперервно його перемішуючи за допомогою магнітної мішалки) спочатку швидко – до рН 7, а далі таким чином: одночасно прилити по чотири краплі титранту, занотуйте затрачену кількість лугу і визначте рН. Титрування закінчують додаванням не менше чотирьох крапель розчину гідроксиду натрію після досягнення рН 8,1. Кількість розчину титранту, що точно відповідає рН 8,1, знаходять інтерполяцією даних титрування.

Відносна похибка методу, що характеризує збіжність результатів, дорівнює 3 %.

*ПРИМІТКА.* Титрування проводять тричі і визначають середнє арифметичне значення об'єму титранту.

Вміст органічних кислот, %, розраховують за формулою

$$K = \frac{V_1 K V_0}{m V_2},$$

де:  $V_1$  – кількість 0,1Н розчину NaOH, що пішов на титрування, см<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт перерахунку на переважаючу кислоту: яблучну – 0,0067;

лимонну – 0,0064; оцтову – 0,0060, молочну – 0,0090, винну – 0,0075;

$V_0$  – об'єм, до якого доведена наважка, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса наважки, г (см<sup>3</sup>);

$V_2$  – об'єм розчину, взятого на титрування, см<sup>3</sup>.

### Опрацювання результатів дослідів

Після кожного етапу здійснюють відповідні розрахунки, результати яких записують у зведену таблицю.

	Показники кислотності		
	Загальної		Активної
	Об'єм титранта, мл	Кислотність, %	pH
Плід яблуко			
Яблучний сік			
Плід апельсин			
Апельсиновий сік			

Виноградний сік			
Маринований продукт			

## ***Дослід №2. Визначення активної кислотності в харчових продуктах.***

### ***Реактиви:***

- Універсальний індикаторний папір;
- Соки: яблучний, апельсиновий, виноградний
- 1 яблуко, 1 апельсин
- Маринад для маринованих огірків або помідорів

### ***Хід роботи***

Точність результатів при визначенні активної кислотності у великій мірі залежить від стану електродів. Перед проведенням дослідження електроди необхідно ретельно промити дистильованою водою. Перевірку рН метра проводять, використовуючи стандартні буферні розчини.

Пристаюючи до аналізу, з підготовленої проби відбирають у стаканчик місткістю 50см<sup>3</sup> таку кількість продукту, щоб забезпечити занурення електродів. Якщо продукт в'язкої, твердої або густої консистенції, то допускається його розведення дистильованою водою вдвічі. Зміни концентрації водневих іонів при цьому не відбудеться через буферні властивості харчових продуктів. Вимір буферної ємності проводиться за методикою, наведеною нижче. Продукт при дослідженні повинний мати температуру 20±2°C.

Електроди опускають у стаканчик із продуктом і після того, як показання приладу стабілізуються, відраховують значення рН по шкалі приладу. Розбіжності між рівнобіжними визначеннями не повинні бути більші 0,1. Проводять відлік результатів з точністю до першого десяткового знака.

### *Рекомендована література*

1. Голубев В.Н., Чичева – Филатова Л.В., Шленская Т.В. Пищевые и биологически активные добавки. - М.: Издательский центр «Академия», 2003, - 208с.
2. Марх А.Т. Биохимия консервирования плодов и овощей. - М.: «Пищевая промышленность», 1973, - 359с.
3. Смоляр В.І. Харчова експертиза. - К.: Здоров'я, 2005, - 448с.
4. Фан – Юнг А.Ф., Флауменбаум Б.Л., Изотов А.К. и др. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы. - М.: «Пищевая промышленность», 1980, - 336с.
5. Щеглов Н.Г. Технология консервирования плодов и овощей. – М.: Издательство «Палеотип», 2002, - 380с.
6. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. - М.: Агропромиздат, 1986, - 494с.